

СТАТИЧЕСКИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ РАЦИОНАЛЬНОСТИ АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ КОМПОНОВКИ ОРГАНОВ ПОПЕРЕЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ САМОЛЕТА

В настоящее время, в соответствии с потребностями авиации воздушных сил Вооруженных Сил Украины, большое внимание уделяется разработке и модернизации многофункциональных самолетов. Современный истребитель обеспечивает завоевание господства в воздухе, нанесение воздушных ударов по поверхности и является мощным средством противодействия противнику.

Разработка и модернизация истребителя, как объекта авиационной техники (АТ), предполагает формирование требований к его тактико-техническим характеристикам. Особое значение имеют характеристики устойчивости и управляемости истребителя, так как у современных аппаратов этого типа допустимый угол атаки и допустимая перегрузка ограничена возможностью поперечного управления. Для теоретического обоснования выбора варианта перспективных требований к характеристикам устойчивости и управляемости истребителя, на первом этапе необходимо выполнить его анализ как сложной технической системы (СТС) [1, 2]. Решение этой задачи предполагает разработку структурированного иерархического набора параметров, характеристик и комплексных показателей, характеризующих свойства планера истребителя с точки зрения его устойчивости и управляемости.

Цель данной работы состоит в разработке комплексного показателя рациональности аэродинамической компоновки органов поперечного управления истребителя.

Рассмотрим крыло летательного аппарата (ЛА) с органами управления по крену (рис. 1).

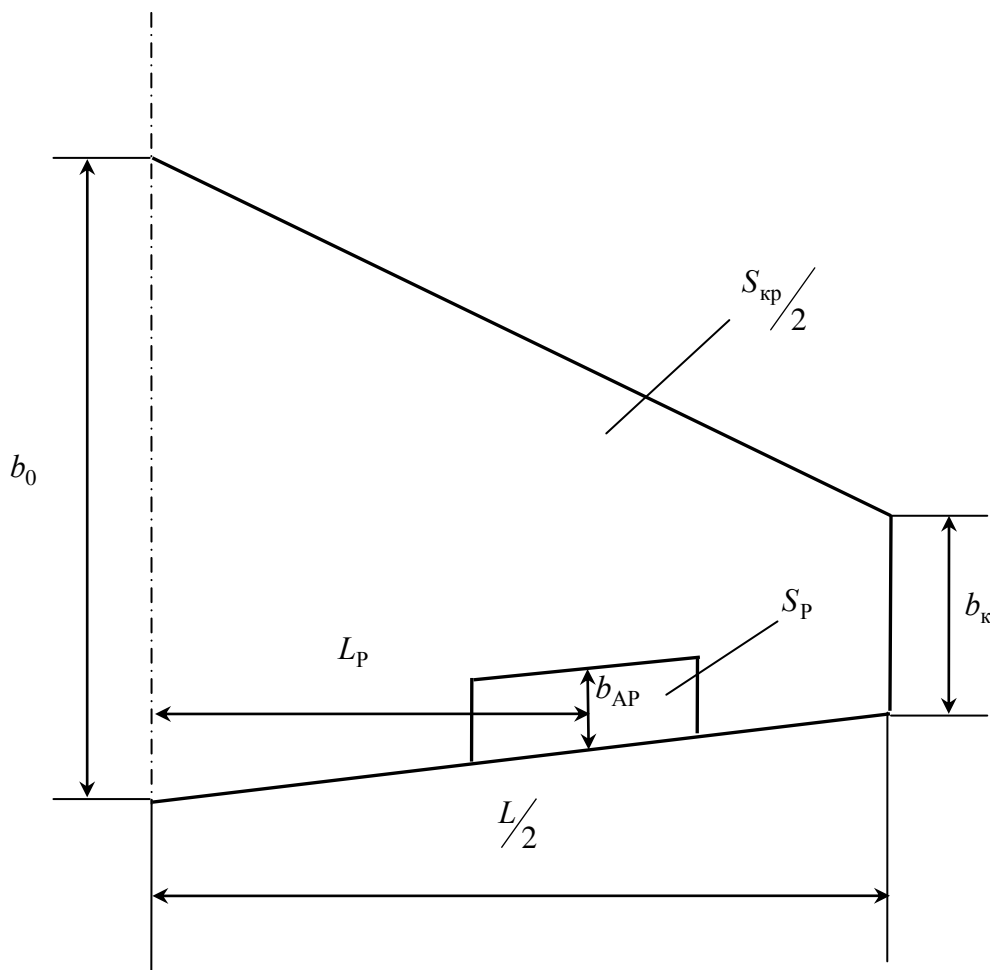


Рисунок 1 – Крыло ЛА с органами управления по крену

Введем следующие обозначения:

$S_{кр}$	– площадь крыла;
S_p	– площадь руля поперечного управления ЛА;
b_0	– центральная хорда крыла;
b_k	– концевая хорда крыла;
b_{AP}	– средняя аэродинамическая хорда (САХ) руля поперечного управления ЛА;
L	– размах крыла;
L_p	– расстояние вдоль размаха крыла от середины САХ руля до продольной оси самолета;
G	– вес самолета;
$\eta = \frac{b_0}{b_k}$	– сужение крыла.

Разработанный показатель рациональности аэродинамической компоновки органов поперечного управления самолета U имеет следующий вид:

$$U = \frac{S_p}{S_{кр}} \frac{L_p}{L} \frac{G}{S_{кр} \eta}. \quad (1)$$

Как следует из (1), показатель U учитывает относительную площадь руля для поперечного управления ЛА, относительное расстояние вдоль размаха крыла от середины САХ руля до продольной оси самолета, удельную нагрузку на крыло и сужение крыла. По своему физическому смыслу данный показатель представляет собой часть удельной нагрузки на крыло, приходящуюся на орган поперечного управления самолетом и задействованную в создании управляющего момента крена. Поэтому размерность показателя совпадает с размерностью удельной нагрузки на крыло – н/м² или Па. Относительное расстояние вдоль размаха крыла от середины САХ руля до продольной оси самолета учитывает плечо действия нагрузки, действующей на руль при создании поперечного момента.

С увеличением сужения крыла η эффективность органов поперечного управления ЛА уменьшается, поэтому величина показателя U обратно пропорциональна величине η .

Показатель U не учитывает динамические процессы, происходящие в полете при управлении самолетом, и относится к группе статических показателей.

Запишем выражение для показателя U в компактной форме, для чего введем следующие обозначения:

$$\begin{aligned} \bar{S}_p &= \frac{S_p}{S_{кр}} && \text{– относительная площадь органа поперечного управления ЛА;} \\ \bar{L}_p &= \frac{L_p}{L} && \text{– относительное расстояние вдоль размаха крыла от середины САХ руля до продольной оси самолета;} \\ \sigma &= \frac{G}{S_{кр}} && \text{– удельная нагрузка на крыло.} \end{aligned}$$

Выражение (1) можем записать в следующем виде:

$$U = \frac{\bar{S}_p \bar{L}_p \sigma}{\eta}. \quad (2)$$

Для частных случаев рассмотрим предельные значения разработанного показателя:

1. Для прямоугольного крыла, когда для поперечного управления используется вся консоль крыла показатель U принимает значение $U = \frac{1}{8} \sigma$;

2. Для треугольного крыла, $U = 0$, так как сужение $\eta = \infty$. В этом случае следует отметить, что на практике крылья треугольной формы не применяются, а используют близкие к треугольным трапециевидные крылья с большим сужением.

Разработанный статический показатель рациональности аэродинамической компоновки органов поперечного управления самолета может быть использован для оценки влияния принимаемых на ранних стадиях проектирования конструктивно-компоновочных решений на эффективность управления самолетом по крену.

При проведении экспресс-анализа вариантов аэродинамических компоновок органов управления ЛА по крену применение данного показателя позволит из всей массы альтернативных вариантов выбрать рациональный вариант, обеспечивающий необходимую аэродинамическую эффективность поперечного руля. Выбор рационального варианта аэродинамической компоновки органа поперечного управления на этапе предэскизных концептуальных проработок обеспечивает значительное уменьшение изменений, вносимых в проект на последующих стадиях разработки, его стоимости и затрачиваемого времени.

Литература

1. Анипко О.Б., Борисюк М.Д., Бусяк Ю.М. Концептуальное проектирование объектов бронетанковой техники. – Харьков: НТУ «ХПИ» – 2008. – 196 с.

2. Ковтонюк И.Б., Анипко О.Б. Обоснование требований к характеристикам маневренности, устойчивости и управляемости истребителей при перехвате малоскоростных целей // Интегровані технології та енергозбереження. Щоквартальний науково-практичний журнал. – Харьков: НТУ «ХПИ» – 2010. – №3. – с. 36–43.

УДК 629.73.017.2

Ковтонюк І.Б.

СТАТИЧНИЙ ПОКАЗНИК РАЦІОНАЛЬНОСТІ АЕРОДИНАМІЧНОГО КОМПОНУВАННЯ ОРГАНІВ ПОПЕРЕЧНОГО УПРАВЛІННЯ ЛІТАКА

Пропонується статичний показник раціональності аеродинамічного компонування органів управління літака по крену, який дозволить оцінити вплив конструктивно-компоновальних рішень, які приймаються на ранніх стадіях проектування, на ефективність поперечного управління літака.

Kovtonyuk I.B.

STATIC INDEX OF RATIONALITY OF AERODYNAMIC ARRANGEMENT OF LATERAL CONTROLS OF AIRPLANE

Offered static index of rationality of aerodynamic arrangement of lateral controls management of airplane, which will allow to estimate influence of structurally layout decisions which are accepted on the early stages of planning, on efficiency of lateral control of airplane.